

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Безрукавая В.А.

Руководитель: д.т.н., проф. Дидык Р.П.

ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина
bezrukavaya@mail.ru

Анализ работ, направленных на повышение производительности процессов химико-термической обработки, свидетельствует о том, что наряду с традиционными исследованиям в этой области ведется поиск в направлении интенсификации диффузионных процессов за счет предварительных способов обработки (ультразвук, термомеханическая обработка, объемная пластическая деформация). [1]

Впервые в работе проведены и представлены исследования влияния высокоэнергетических источников энергии на конструкционные стали с целью повышения производительности химико-термической обработки, что значительно расширяет потенциал и возможности альтернативных технологий.[2] Однако, наряду с этим, отсутствует исследования и разработки в области исследования ударно-волнового воздействия на металлические материалы используемые для стимулирования и активизации диффузионных процессов при насыщении конструкционных сталей легирующими элементами.

Поэтому, исследования, направленные на повышение эффективности химико-термической обработки за счет роста глубины легированного слоя, снижение энергоемкости процесса насыщения, повышения ресурса изделий с помощью высокоэнергетической обработки является важными и актуальными.

Использование энергии высокой плотности, источниками которых является детонация конденсированных взрывчатых веществ, энергия высоковольтных разрядов в жидкости, магнитных полей высокого напряжения, мощных лазерных генераторов и плазмотронов которые способны создавать экстремальные параметры давления и температур, с высокой эффективностью используются в процессах металлообработки и создании новых материалов - следует рассматривать как одно из достижений науки и техники последних десятилетий. [3].

Для выбора параметров ударно-волновой обработки были проведены исследования особенностей нагрузки на структуру и свойства конструкционных сталей.

Высокоэнергетическая обработка металлических пластин из низколегированной конструкционной стали 40X размерами 20x40x200 мм

проводилась в камере, где размещались на специальной основе, для предотвращения деформации искажения.

Параметры ударно-волнового нагружения соответственно к условиям их осуществления составляют: давление - 35 ... 40 кбар при использовании взрывчатого вещества из мелкодисперсного порошка аммиачно-селитрового состава со скоростью детонации 2500 ... 3000 м/с при существенной плотности $\rho_0=0,9$ г/см³. Исследования показали повышение механических характеристик конструкционной стали 55 на 25...30%.

Металлографические исследования металлических образцов показали, что при выбранной схеме ударно-волнового нагружения структура характеризуется значительным ростом полос скольжения и появляются двойники, как следствие интенсивной пластической деформации под действием ударных волн.

Образцы из низколегированной стали 40Х подвергались ударно-волновой нагрузке по выбранной схеме с разной интенсивностью деформации. После этого предварительно обработанные ударной волной и необработанные образцы одновременно загружались в печь, где происходило борирование.

Анализ результатов металлографических исследований обработанных образцов показал, что при борировании в глубину металла прорастают иглообразные кристаллы бора. С увеличением интенсивности деформации наблюдается постепенное слияние этих кристаллов в сплошной слой (рис. 1). Кроме того установлено, что толщина диффузионного слоя зависит от интенсивности предварительной обработки, т.е. с глубиной легированного слоя увеличилась в 2 раза при значениях импульса 400 Н·с.

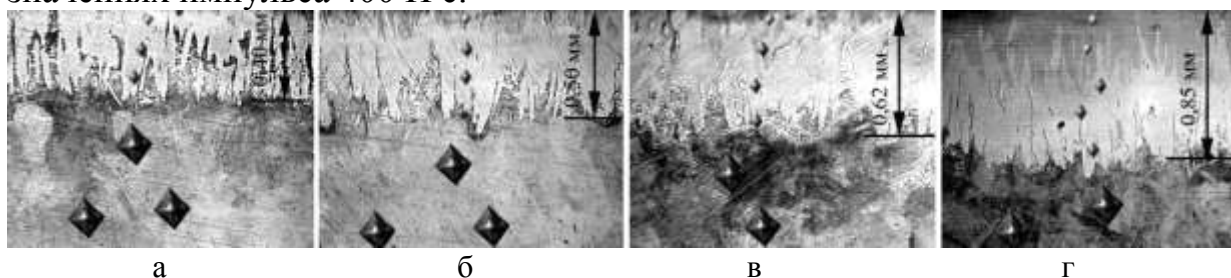


Рис. 1 Микроструктура стали 40Х после борирования: а - исходное состояние; б - после предварительной ударно-волновой обработки (импульс $I = 200$ Н·с); в - импульс $I = 330$ Н·с; г - импульс $I = 400$ Н·с

Результаты микродюраметрического анализа показали, что характер распределения микротвердости по глубине диффузионного слоя более однородный для всех образцов при различных значениях импульса: максимальное значение H_V достигается на поверхности, а затем постепенно снижается от поверхности в глубину образца и достигает микротвердости сердцевины. Переход к сердцевине носит плавный характер. Установлено, что предварительное ударно-волновое нагружение приводит к увеличению микротвердости борированного слоя примерно в

1,5...1,8 раза. Рентгеноструктурный анализ показал, что предварительное ударно-волновое нагружение приводит к образованию большого количества твердой фазы FeV, что в свою очередь способствует повышению микротвердости поверхностного слоя.

Исследования износостойкости поверхности показали, что предварительное ударно-волновое нагружение способствует не только увеличению толщины легированного слоя, но и повышению износостойкости. Лабораторные испытания были проведены на машине трения СМЦ-2 по схеме, имитирующей условия работы пары трения «колодка-ролик». Результаты сравнительных испытания приведены на рис.2.

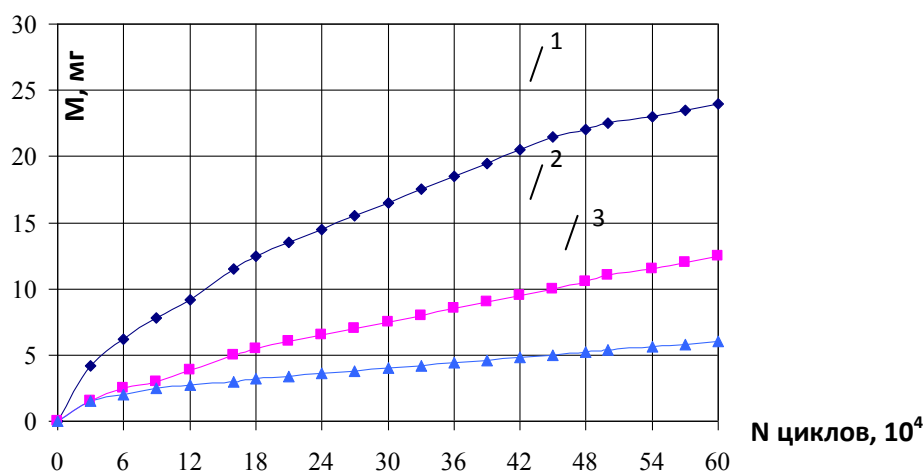


Рис. 2 Сравнительная характеристика показателя износа для различных способов обработки образцов из стали 40X: 1 – базовый образец; 2 – борирование по традиционной технологии; 3 – борирование после ударно-волнового нагружения

Сравнительные исследования показали повышение износостойкости у предварительно обработанных ударной волной образцов на 40 – 50% по сравнению с традиционной технологией химико-термической обработки, которое связано с увеличением количества твердой фазы FeV и повышением твердости как поверхности так и детали в целом.

Полученные результаты позволили сделать вывод, что с учетом увеличения толщины легированного слоя стали 40X ее ресурс может быть повышен в 2 и более раз.

Список литературы

1. Демченко Л.Д. Влияние предварительной пластической деформации на структуру и свойства азотированных слоев в Fe / Л.Д. Демченко, В.М. Надутов, Ю.С. Черепова // ОТТОМ-4. К. – 2003. – с. 205 – 209.
2. Дидык Р.П. Влияние предварительной ударно-волновой обработки на параметры борирования низколегированной стали / Р.П. Дидык, В.А. Безрукавая, Л.В. Грязнова, А.Г. Лисняк // Металлофизика и новейшие технологии. – 2008. – Т.30, №9. – С. 1289 – 1295.
3. Ударные волны и явления высокоскоростной деформации металлов / Под ред. Мейерса М.А., Мурра Л.Е.: Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. 512с.